

УДК 624.012.35.044

Є.В.КЛИМЕНКО, В.В.ПОГРІБНИЙ, О.О.ДОВЖЕНКО, кандидати техн. наук
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ДЕФОРМОВАНІЙ ТА ТЕХНІЧНИЙ СТАН НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ СТАДІОНУ „ВОРСКЛА” В м.ПОЛТАВІ

Описані особливості експлуатації несучих залізобетонних конструкцій східної трибуни стадіону. Наведені результати тензометричного контролю деформацій ригелів та їх затяжок. На основі аналізу отриманих даних проведена оцінка технічного стану та експлуатаційної придатності несучих конструкцій.

Нормальна надійна експлуатація будівель та споруд протягом певного часу є однією з найактуальніших задач. Відомо [1], що вартість основних фондів України становить майже 850 млрд. грн. (понад 20 річних бюджетів країни), а середня зношеність їх досягає 45% [1]. При такому ступені зношеності постає нагальна потреба у визначенні дійсного технічного стану залізобетонних конструкцій, прогнозуванню його зміни з часом на весь період подальшої експлуатації та визначенню ресурсу конструкцій в будь-який момент часу.

Значним кроком до розв'язання цієї проблеми є розроблення згідно з Постановою Кабінету Міністрів від 5 травня 1997 р. № 409 „Про забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж“ „Нормативних документів з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд“ [2]. У документах викладені основні положення щодо визначення й оцінювання технічного стану будівельних конструкцій, у тому числі й залізобетонних.

Найбільш небезпечними, з точки зору наслідків можливих аварій, є будівлі та споруди, де спостерігається значне скупчення людей. До таких об'єктів слід віднести, в першу чергу видовищні будівлі та споруди, в тому числі і стадіони. Останні наряду з великими навантаженнями, в тому числі і динамічними, зазнають значного агресивного впливу оточуючого середовища. Через усе це основними пошкодженнями залізобетонних конструкцій відкритих стадіонів є корозія арматури та бетону.

Оскільки робота з визначення і прогнозування технічного стану будівельних конструкцій та будівель і споруд у цілому проводиться на інтуїтивному рівні, як правило, з великими запасами (спеціалізована організація про всяк випадок зменшує термін до наступного обстеження), то це призводить до невиправданих витрат. Виходячи з цього, розроблення методики оцінювання технічного стану конструкцій є актуальним завданням.

Проблема корозії та її впливу на технічний стан залізобетонних конструкцій на даний час не вирішена, а ті рекомендації, що приведені в нормативній літературі не дають можливості достовірно оцінити напружено-деформований стан пошкоджених залізобетонних конструкцій.

Рекомендації щодо визначення технічного стану будівельних конструкцій наведені у нормативних документах [2]. Пропозиції щодо зменшення кількості технічних станів і формалізації процедури їх визначення, а також деякі пропозиції щодо прогнозування стану в процесі експлуатації наведені у роботі [4]. Одним з найбільш достовірних та надійних способів визначення несучої здатності конструкцій, а на цій підставі і їх технічного стану, є натурні випробування.

Метою даної роботи є створення основ методики визначення технічного стану залізобетонних конструкцій та оцінювання можливості їх подальшої нормальної експлуатації на основі натурних випробувань.

При розробленні методики оцінювання технічного стану конструкцій будемо розглядати не чотири, а три технічних стани конструкцій:

I – задовільний. Конструкції, які можуть бути віднесені до цього стану, відповідають вимогам розрахунків за I та II групою граничних станів;

II – непридатний до нормальної експлуатації. Конструкції, котрі мають цей технічний стан, не відповідають вимогам, що ставляться за II групою граничних станів, але відповідають вимогам міцності (вимогам за I групою граничних станів);

III – аварійний. Конструкції не відповідають вимогам як за II, так і за I групою граничних станів.

Такий підхід дає можливість формалізувати процес визначення технічного стану, зробити його розрахунковим, а значить, підвищити достовірність його оцінювання.

Стадіон „Ворскла“ в м.Полтаві побудований в середині 70-х років минулого сторіччя та був розрахований на 30 тис. глядачів. У ході наступних реконструкцій ця цифра зменшилась приблизно до 24 тисяч. Спеціалісти Полтавського національного технічного університету, починаючи з 1980 р., ведуть постійний моніторинг стану конструкцій.

У ході експлуатації стадіону „Ворскла“ в Полтаві виникла потреба у захисті несучих конструкцій східної трибуни від дії атмосферної вологи. Тривале замочування залізобетонних конструкцій привело до руйнування захисного шару, корозії поздовжньої та поперечної арматури. З метою запобігання подальшого руйнівного впливу атмосферної вологи на плити перекриття влаштований армований бетонний шар,

який збільшив постійне навантаження на несучі конструкції, і тому ригелі несучих рам були підсилені шляхом встановлення металевих затяжок. Вказане обумовлює необхідність контролю деформованого стану підсилених ригелів та оцінки їх експлуатаційної придатності.

Конструкції стадіону – це залізобетонні збірні конструкції, які виготовляли безпосередньо на будівельному майданчику. Конструктивне рішення несучої системи східної трибуни стадіону наступне: Г-подібні плити сидінь (плити перекриття) опираються через металеві столики на несучі рами; крок рам – 6 м, прольоти – 6 і 12 м; металеві затяжки встановлені з двох боків ригелів. Жорсткість несучої системи забезпечена защемленням стійок у фундаментах, залізобетонними розпірками та системою в'язів. Частина трибуни, що обстежувалася, має розміри в плані – 18х114 м. Під трибуною розташовано легкоатлетичний манеж.

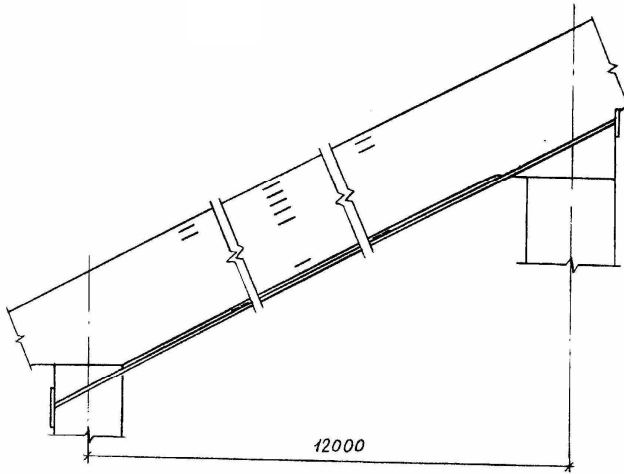
Фахівцями науково-дослідної лабораторії з обстеження і реконструкції будівель та споруд Полтавського національного технічного університету ім. Юрія Кондратюка проведено тензометричний контроль деформованого стану ригелів та їх затяжок.

Тензорезистори базою 20 і 50 мм встановлювалися відповідно на арматурі затяжок та на бетоні ригелів. Розташування датчиків опору в зоні дії максимального згинаючого моменту та в зоні небезпечного похилого перерізу дозволяє отримати достатньо повну картину розподілу деформацій. Тензорезистори розміщалися в стиснутій зоні (5 датчиків рівномірно по висоті стиснутої зони) і в зоні розтягу в середній частині 12-метрового прольоту та в стиснутій зоні на приопорних ділянках (рисунок, а). Датчики на арматурі затяжок встановлені по два на кожному з чотирьох елементів. Тензорезистори були наклеєні за спеціальною технологією.

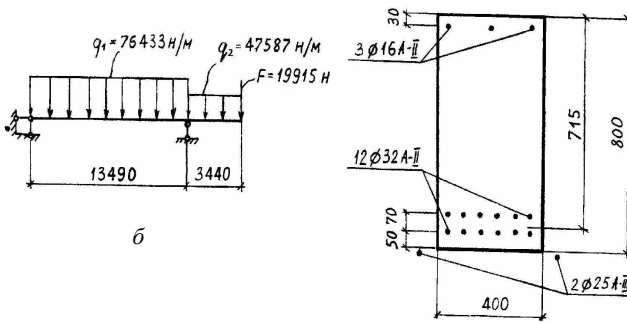
Контролювався деформований стан 18 ригелів і їх затяжок. На кожному ригелі та затяжці встановлено 14 датчиків: 6 на бетоні та 8 на арматурі. Всього було наклеєно 252 датчика. Для врахування впливу температури, вологості та інших факторів на вільних від напружень поверхнях бетону та сталі також встановлювалися датчики опору відповідної бази.

Розрахункова схема ригеля, розміри поперечного перерізу та його армування наведені на рисунку, б, в. Клас бетону ригеля визначався неруйнівними методами (молотком К.П.Кашкарова і ультразвуковим методом) і був рівним В40.

Тензометричний контроль проводився за допомогою автоматичного вимірювача деформацій для повних тензометричних мостів та напівмостів типу АИД-4. Одночасно вимірювалися деформації бетону ригелів і арматури затяжок.



a



б

в

Розташування тензорезисторів (а), розрахункова схема (б) і поперечний переріз (в) ригеля

Було проведено два цикли тензометричного контролю деформованого стану ригелів і затяжок у III та IV кварталах 2003 р. Аналіз отриманих результатів засвідчує, що при дії постійного навантаження показники деформацій у часі практично не змінювалися.

Особливий інтерес мають результати зміни деформацій несучих конструкцій під час завантаження трибуни стадіону тимчасовим навантаженням. Фіксація деформацій проводилася при заповненні трибун

глядачами у день свята річниці визволення м.Полтави від німецько-фашистських загарбників.

У стиснутій зоні приріст деформацій бетону стиску змінювався від 5×10^{-5} (датчик поблизу нейтральної лінії) до 25×10^{-5} (датчик у крайнього стиснутого волокна), в зоні розтягу деформації бетону розтягу збільшилися на 2×10^{-5} , а приріст деформації розтягу арматури зтяжок досягав 10×10^{-5} при тимчасовому навантаженні, яке складає 30% від величини повного навантаження.

Розподіл деформацій у стиснутій зоні вказує на пружну роботу ригелів. Про це свідчить також відсутність суттєвого приросту деформацій при дії максимального навантаження протягом 2 год.

Максимальне збільшення прогинів ригелів склало 2,1 мм.

При визначенні технічного стану вважалося, що усі помилки проектування, дефекти, які виникли при виготовленні конструкцій, їх транспортуванні (в межах будівельного майданчика) та під час монтажу впливають на початковий технічний стан та на початковий ресурс конструкції.

У ході подальшої експлуатації цей початковий ресурс зменшується, а технічний стан знижується. Швидкість вичерпання ресурсу з плином часу не однакова і залежить, як показали довготривалі спостереження за конструкціями стадіону як від оточуючого середовища, так і від якості експлуатації. Найбільшою швидкістю корозії арматури і бетону спостерігалась в кінці 80-х – в першій половині 90-х років.

Проведені заміри діаметрів прокородованої арматури та прогнозування зменшення її площі, показали, що залишковий ресурс на той час складав 3...4 роки. В результаті виконаних заходів щодо захисту конструкцій від замочування, а також зовнішнього армування найбільш пошкоджених ригелів східної трибуни дозволили збільшити несучу здатність та перевести конструкції в задовільний технічний стан. Однак, в ході експлуатації на протязі близько 10 років невизначеними виявились як напруження в самій зтяжці, так і ступінь її включення в сприйняття розтягуючих зусиль в перерізі ригеля.

Проведені натурні випробування, аналіз отриманих даних щодо міцності та деформативності конструкцій ригелів та зтяжок при тимчасовому навантаженні та дії інших факторів [2] вказує на експлуатаційну придатність несучих конструкцій східної трибуни [3].

Таким чином, запропонований підхід до визначення технічного стану залізобетонних конструкцій дає можливість точніше описати їх роботу та більш надійно експлуатувати будівлі та споруди.

У подальшому необхідно провести розширені експерименти з залізобетонними конструкціями при дії різних зовнішніх впливів для

виявлення характеру зниження їх несучої здатності та закону зміни залишкового ресурсу конструкцій і будівлі чи споруди в цілому та на основі проведених досліджень розробити методику визначення технічного стану будівельних конструкцій, яка б була формалізованою, тобто технічний стан визначався за строгою нормованою методикою.

1.Кривошеев П.І. Научно-технические проблемы реконструкции зданий и сооружений // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. Вип. 54. Всеукраїнська наук.-практ. конф. „Реконструкція будівель та споруд. Досвід та проблеми“. – К., 2001. – С. 11-17.

2.Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України, 1997. – 145 с.

3.СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.

4.Клименко Є.В. Визначення технічного стану будівель та споруд // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. Вип. 54. Всеукраїнська наук.-практ. конф. „Реконструкція будівель та споруд. Досвід та проблеми“. – К., 2001. – С. 301-305.

Отримано 23.02.2004

УДК 624.012

А.М.ПАВЛІКОВ, професор, Е.В.ДЯЧЕНКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ВИЗНАЧЕННЯ КУТА НАХИЛУ НЕЙТРАЛЬНОЇ ЛІНІЇ В РОЗРАХУНКАХ МІЦНОСТІ ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ КОСОМУ ЗГИНАННІ У ВИПАДКУ ТРИКУТНОЇ ФОРМИ СТИСНУТОЇ ЗОНИ

У запропонованій роботі подано виведення формули кута нахилу нейтральної лінії в елементах прямокутного перерізу в їх розрахунках на міцність при косому згинанні у випадку трикутної форми стиснутої зони.

Значна частина залізобетонних конструкцій прямокутного профілю працює в умовах косого згинання, а тому вдосконалення методик розрахунку цих конструкцій є актуальною задачею. Незважаючи на численні дослідження, єдиної (що охоплює всі випадки перерізів, армування, напруженого стану) досить простої і достовірної методики розрахунку несучої здатності залізобетонних елементів, що працюють на складні види навантажень немає.

Розрахунок залізобетонних елементів прямокутного перерізу, що зазнають косого згинання, нормативні джерела [1] рекомендують виконувати спрощено, приймаючи форму стиснутої зони трикутною або ж прямокутною залежно від виконання умови (40) [1]. При цьому чітких вказівок щодо розмежування випадків розрахунку не наведено. Це призводить до неточностей при визначенні параметрів форми стисну-